ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИя ТЁПЛОГО ПЛОТНОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ ЭЛЕКТРОВЗРЫВЕ метаЛлИчЕскИХ ФОЛЬГ с помощью мегаамперных токов

С.Ф. Гаранин, С.Д. Кузнецов, Р.Е. Рейновски\*

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ, Саров, Нижегородская обл., Россия, sfgar@vniief.ru
\*Лос-Аламосская Национальная Лаборатория, Лос-Аламос, Нью Мексико, США

Теплым плотным веществом (ТПВ) [1] называют состояние вещества в промежуточной области между конденсированным веществом и идеальной плазмой, более горячей, чем обычное конденсированное вещество, но более холодной и более плотной, чем традиционная идеальная плазма. В этой области состояния, которую часто характеризуют диапазоном температур 1< *T*< 50 эВ и плотностью в диапазоне  ( - твердотельная плотность), вещество не может описываться теориями, применимыми для идеальной плазмы или для конденсированного (твердотельного) вещества. Задача получения ТПВ представляет интерес для целого ряда приложений. ТПВ встречается в ядрах газовых планет-гигантов, а в технических и физических приложениях образуется в системах, испытывающих быстрый переход от твердого состояния в плазму, таких как взрывающиеся проволочки и быстро нагреваемое (под действием, например, лазерного излучения или сильных магнитных полей) вещество.

Рассмотрена система для получения ТПВ, образующегося при электровзрыве тонкой металлической фольги, окруженной изолятором, в цилиндрической геометрии. Эти эксперименты, близки по постановке к изучению фольговых размыкателей тока [2], выпускающих магнитный поток в бесконечную нагрузку, и обеспечивают однородность ТПВ и доступность образующегося ТПВ для электротехнических измерений. Для электровзрыва металлической фольги можно использовать как взрывомагнитные генераторы (ВМГ), так и сильноточные стационарные установки. В качестве примеров таких источников тока в настоящей работе рассматриваются спиральный ВМГ с узлом разрыва и стационарная установка PHELIX [3] ЛАНЛ.

Использование ВМГ Ø 200 мм и взрывного узла разрыва дает возможность получить ток ~5 MA с характерным временем нарастания 0.3 мкс. Показано, что в системе для получения ТПВ, запитываемой от ВМГ с узлом разрыва, можно получить значительный объём вещества с плотностью порядка (0.01-1) твёрдотельной и температурой порядка 2-3 эВ.

Установка PHELIX представляет собой малогабаритную конденсаторную батарею, соединенную с трансформатором тока, и позволяет получить в нагрузке токи 3-5 MA с характерным временем ~10 мкс. Показано, что с использованием этой установки, можно получить значительный объём однородного ТПВ с плотностью ~ 0.1-1 г/см3 и температурой порядка 3-4 эВ и с хорошей доступностью для электротехнических измерений. Рассмотрена схема восстановления параметров ТПВ, использующая результаты электротехнических измерений и измерений скорости границ взрывающейся фольги.

Литература

1. Reinovsky R. E. “Warm Dense Matter: Another application for pulsed power hydrodynamics,” // Dig. Tech. Papers, XVII IEEE Int. Pulsed Power Conf., Washington, DC, USA, 2009. P. 203.
2. A. M. Buyko et al., “Numerical Simulation of Exploding-Foil Opening Switch and Applications to DEMG Experiments,” // Proc. of VII Int. Conf. on Megagauss Magnetic Field Generation and Related Topics. Sarov, Russia. 1996. Vol. 1. P. 407.
3. Rousculp C. L. et al., “Small scale magnetic drivers for shock physics and other applications,” // Int. Conf. XV Khariton’s topical scientific readings, 2013.